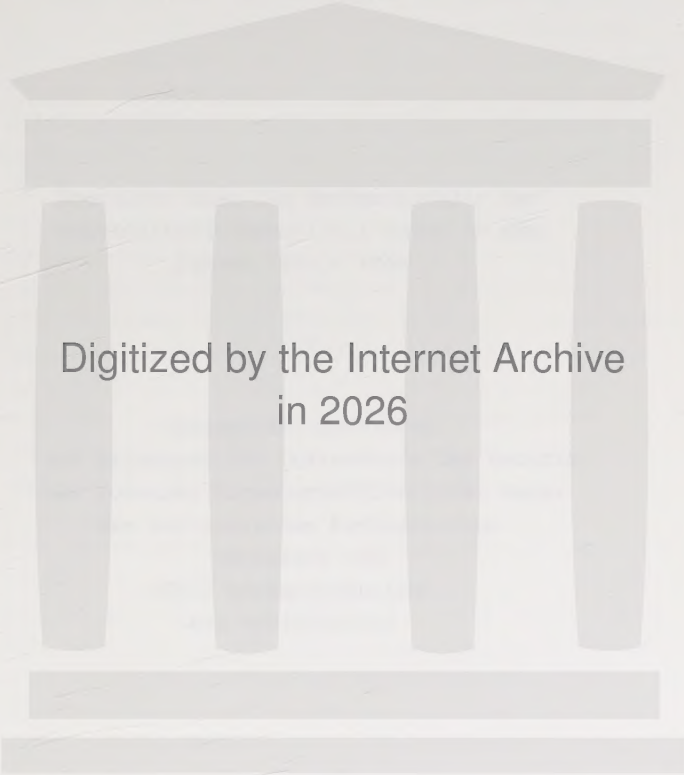


ÜBERSICHT ÜBER DIE BEATMUNGSFÄLLE
DER UNIVERSITÄTSKINDERKLINIK MAINZ
IN DEN JAHREN 1965 - 1968

von

Adolf Becker-Pennrich

1974



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Aus der Kinderklinik der
Johannes Gutenberg-Universität Mainz

Übersicht über die Beatmungsfälle der
Universitätskinderklinik Mainz in den
Jahren 1965 - 1968

Inauguraldissertation
zur Erlangung der Doktorwürde der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität Mainz
den Medizinischen Fachbereichen
vorgelegt von
Adolf Becker-Pennrich
aus Schlangenbad

Mainz 1973

Fachbereichsdekan: Professor Dr. med. Fischer

Referent: Professor Dr. med. Neidhardt

Korreferent: Professor Dr. med. Küttgen

Tag der mündlichen Prüfung: 6.2.1974



Gesamtherstellung:

d/o

DITTERS BÜRODIENST

6501 HEIDESHEIM/RHEIN - AM KAPELLECHEN 1
TELEFON 06132/5711

Im Juni 1965 konnte die Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik Mainz ihre Arbeit aufnehmen. Sie ist zusammen mit Aufnahme und Poliklinik in einem neu errichteten Gebäude untergebracht. Dort bestehen auch die Möglichkeiten zur Aufzeichnung von EKG und EEG sowie ein kleines Labor. Zur künstlichen Beatmung standen zunächst zwei Engström- und zwei Bird-Geräte mit entsprechendem Intubationsbesteck, Tuben und Trachealkanülen zur Verfügung (29). Seit 1967 können auch mit Bennett-Geräten Beatmungen durchgeführt werden. Die Sauerstoff- und Druckluftversorgung erfolgt durch eine zentrale Einrichtung.

Die folgenden Ausführungen sollen einen kurzen Überblick über die in den Jahren 1965 bis 1966 beatmeten Patienten geben. Die dafür notwendigen Daten wurden den in der Klinik geführten Krankenblättern entnommen. Für die Zeit der künstlichen Beatmung enthalten sie Sonderkurven, die eine Aufzeichnung von Temperatur und Atemfrequenz in bis zu zehnminütigen Abständen ermöglichen. Weiterhin enthalten sie Angaben über den aktuellen pH-Wert, den pCO_2 sowie den Basenüberschuß, die mindestens einmal am Tage, meist jedoch zweimal bestimmt wurden. Die normalen Krankenblätter enthalten zu jedem Tag einen ausführlichen Verlaufsbericht, der einen guten Eindruck vom Allgemeinbefinden des Patienten gibt.

Aus diesen Aufzeichnungen wurden zunächst die für diese Übersicht interessant erscheinenden Informationen auf Erhebungsbögen übertragen. Zahlenwerte, z.B. die Dauer der Beatmung, konnten sofort übernommen werden, andere Daten, z.B. die Grundkrankheiten, mußten in Ziffernfolgen verschlüsselt werden. Die Eintragungen der Erhebungsbögen wurden anschließend in Lochkarten gestanzt und so einer maschinellen Auswertung zugänglich. Die einzelnen Werte wurden mit einer Sortiermaschine geordnet und in Tabellen zusammengefaßt.

1. Übersicht über die Beatmungsfälle in den Jahren 1965 bis 1968, nach Alter und Geschlecht geordnet.

Da die Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik erst im Juni 1965 in Betrieb genommen wurde, beziehen sich die Angaben für dieses Jahr nur auf die letzten sechs Monate.

Im Gesamtkollektiv des Beobachtungszeitraumes stellen die Neugeborenen, die bis zu einem Alter von 30 Tagen gezählt wurden, die stärkste Gruppe: 48 % aller Beatmeten. Kleinkinder bis zu fünf Jahren (1825 Tage) nehmen einen fast gleich großen Teil ein: 41 %. Der Rest von 11 % entfällt auf Patienten im Schulkindalter von sechs bis dreizehn Jahren. Der älteste Patient war zwölf Jahre und sieben Monate alt.

Die Geschlechterverteilung war in allen Jahren ungefähr gleich: das Verhältnis Jungen zu Mädchen betrug etwa 1 : 0,63, d.h. auf ca. drei Jungen kom-

		Jahrgang												
		1965			1966			1967			1968			Σ
		Geschlecht												
		♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	
Alter	Neugeboren	2	3	5	5	5	10	15	11	26	16	10	26	67
	Kleinkind	6	2	8	8	4	12	10	6	16	12	9	21	57
	Schulkind	0	0	0	1	0	1	3	0	3	7	4	11	15
	Σ	8	5	13	14	9	23	28	17	45	35	23	58	139

Tab. 1 Verteilung der Fälle auf Jahrgang der Aufnahme in die Klinik, Alter und Geschlecht.

men zwei Mädchen. MARTIN-BOUYER und Mitarb. fanden in ihrem Krankengut ein Verhältnis von Knaben zu Mädchen von 2 : 1 (27). In diesem Verhältnis spiegelt sich u. U. eine allgemein größere Krankheitsanfälligkeit der Jungen wider.

Die Gesamtzahl der Patienten hat sich von Jahr zu Jahr gesteigert: im Halbjahr 1965 nahm die Station 13 Patienten zur Beatmung auf, im gesamten Jahr 1966 waren es 23 Kinder, 1967 bereits 45 und 1968 wurden 58 Patienten beatmet. Das bedeutet ein Verdoppeln der Anzahl der Beatmeten im Jahr 1967 gegenüber 1966, und im Jahr 1968 wurden zweieinhalbmal soviel Beatmungen ausgeführt wie 1966. Von der Gesamtzahl der Beatmeten entfallen auf das Halbjahr 1965 ca. 9,5 %, auf die Jahre 1966 ca. 16,5 %, 1967 ca. 32,5 % und 1968 ca. 41,5 %.

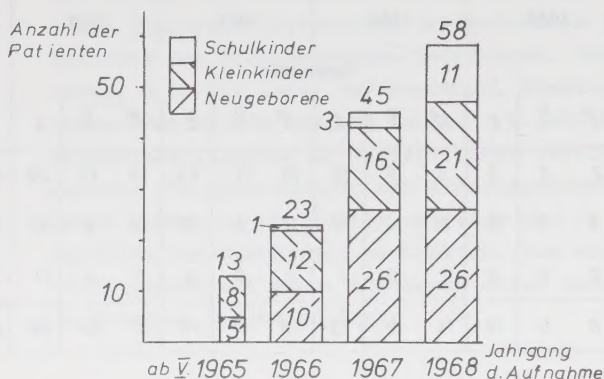


Abb. 1 Verteilung der Fälle auf Alter und Jahrgang der Aufnahme in die Klinik.

Besonderen Anteil an diesem Zuwachs haben die Kinder im Neugeborenenalter. Ihre Gruppe nahm im Halbjahr 1965 zwei Fünftel ($5/13$) der in diesem Zeitraum Beatmeten ein und stieg in den folgenden Jahren auf die Hälfte, teilweise auch darüber (1966: $10/23$; 1967: $26/45$; 1968: $26/58$). 1968 ist der Anteil der Neugeborenen mit 45 % der in diesem Jahr Beatmeten etwas geringer als im Vorjahr (58 %), jedoch ist der Anteil der Schulkinder besonders hoch: 19 % ($11/58$) (1965: 0; 1966: $1/23$; 1967: $1/15$ ($3/45$)). Von allen Patienten im Schulkindalter wurden ca. zwei Drittel ($11/15$) im Jahre 1968 beatmet. (Tab.1, Abb. 1)

2. Grundkrankheiten.

Die Grundkrankheiten, deretwegen die Patienten beatmet werden mußten, sind so vielfältig – bei insgesamt 139 Patienten wurden 86 verschiedene Erkrankungen gezählt –, daß sie zu vier Gruppen zusammengefaßt werden mußten.

Gruppe 1 umfaßt alle Erkrankungen des Zentralnervensystems. Darunter befinden sich so verschiedenartige Krankheiten wie Hirntumoren, Meningitiden, Encephalitiden und Hydrocephalus, aber auch

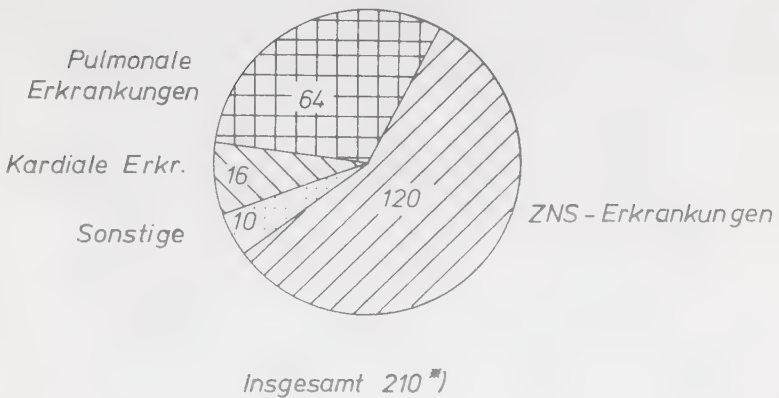


Abb. 2 Verteilung der Grundkrankheiten.

*) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche an mehreren Grundkrankheiten litten.

allgemeine cerebrale Unreife bei Früh- oder Neugeborenen oder zentrale Dysregulationen.

Die zweite Gruppe enthält Erkrankungen des Atemsystems. Hier werden Bronchitiden, Atelektasen, hyaline Membranen oder Pneumonien aufgeführt. Auch die Fälle von Asphyxie sind hier erfaßt.

Kardiale Erkrankungen sind in Gruppe 3 zusammengefaßt. Unter ihnen befinden sich angeborene Herzfehler wie Ventrikelseptumdefekt, persistierender Ductus BOTALLI oder Aortenisthmusstenose, meist ist der Fehler jedoch nicht genauer angegeben.

Gruppe 4 enthält die Erkrankungen, die noch nicht in den erwähnten drei Gruppen erfaßt sind. Hauptsächlich handelt es sich dabei um allgemeine Krankheitsbilder wie kindliche Atrophie oder Dystrophie.

Vergiftungen wurden in der Gruppe der ZNS-Störungen eingeordnet. Ebenso sind dort auch schwere Traumata zu finden, die wie z. B. Verbrennungen meist mit einer zentralen Dysregulation einhergehen.

In den dreieinhalb Jahren von 1964 bis 1968 wurden 120 Patienten mit ZNS-Erkrankungen beatmet, 64 Kinder litten an Krankheiten des Respirationstraktes, 16mal wurden kardiale Störungen festgestellt und zehnmal traten sonstige Erkrankungen auf. Die Summe aller Grundkrankheiten stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da fast ein Drittel aller Kinder an mehreren Krankheiten litt (Abb. 2).

In allen Jahren nehmen die Erkrankungen des ZNS den größten Anteil ein. Er beträgt im Durchschnitt 57 % aller Krankheitsbilder. ARONSKI und MASLANKA

	Jahrgang				
	1965	1966	1967	1968	Σ^*
1	11	18	36	55	120
Grund- 2	5	12	17	30	64
**					
krankheit 3	1	0	9	6	16
4	0	4	3	3	10
Σ^*	17	34	65	94	210

Tab. 2 Verteilung der Fülle auf Jahrgang der Aufnahme in die Klinik und Grundkrankheit.

haben bei den von ihnen beatmeten Patienten ausschließlich Erkrankungen gefunden, die in diese Gruppe einzuordnen wären: Hirntraumen, Vergiftungen, postoperative Ateminsuffizienz und Neuroinfektionen (3). Als nächstes folgen pulmonale Störungen mit etwa 30 %. Kardiale und sonstige Erkrankungen erreichen nur einen Anteil von 8 % bzw. 5 % (Tab. 2). Unter Bezug auf die Patientenzahl ergeben sich folgende Prozentangaben: An ZNS-Erkrankungen litten 86 % aller Patienten, 46 % an Krankheiten des Respirationstraktes, 12 % hatten kardiale Störungen und 7 % wiesen andere Krankheiten auf. Aus dem bereits erwähnten Grund kann

*) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche an mehreren Grundkrankheiten litten.

**) Gruppen der Grundkrankheiten s. Text.

		Grundkrankheit **				
		1	2	3	4	Σ^*
Alter	Neugeborenen	51	43	11	5	110
	Kleinkind	52	20	5	5	82
	Schulkind	17	1	0	0	18
	Σ^*	120	64	16	10	210

Tab. 3 Verteilung der Fälle auf Grundkrankheit und Alter.

die Summe der Prozentzahlen nicht 100 % ergeben.

Die altersmäßige Zusammenstellung (Tab. 3) weist dahingegen deutliche Unterschiede auf: die Neugeborenen litten fast zur Hälfte an pulmonalen und kardialen Erkrankungen. In dieser Altersgruppe treten beinahe zwei Drittel aller kardio-pulmonalen Krankheiten auf. Es ist dies auf den hohen Anteil der angeborenen Herzfehler und an speziellen Neugeborenenkrankheiten wie Asphyxie und hyaline Membranen zurückzuführen. Größere angeborene Fehlbildungen manifestieren sich hier in den ersten Lebenswochen (14). Bei Kleinkindern beträgt der Anteil der kardio-pulmonalen Erkrankungen nur noch etwa ein Drittel und im Schulkindalter ist er verschwindend gering.

*) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche an mehreren Grundkrankheiten litten.

**) Gruppen der Grundkrankheiten s. Text S. 5 u. 6.

3. Technik der Beatmung.

Im Allgemeinen wurde in allen vier Jahren die Intubation als der geringere Eingriff der Tracheotomie vorgezogen. 81 % aller Patienten wurden intubiert. Die Tracheotomie war den seltenen Fällen vorbehalten, in denen eine Intubation durch hochsitzende Hindernisse in den Atemwegen, Larynxdeformierungen oder ein starkes Glottisödem schwierig oder unmöglich war. In insgesamt 15 von 139 Fällen mußte zusätzlich zu einer Intubation später noch eine sekundäre Tracheotomie durchgeführt werden, es sind dies Fälle, bei denen durch die lange Beatmungsdauer die Gefahr einer Schädigung des Larynx in Form von Drucknekrosen bestand. Bei etwas mehr als der Hälfte

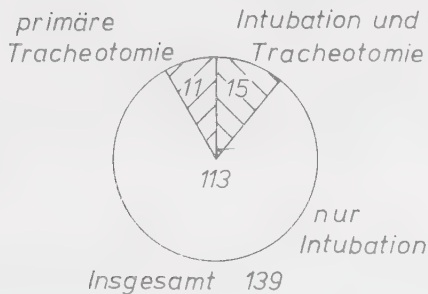


Abb. 3 Verteilung der Fälle auf die Technik der Beatmung.

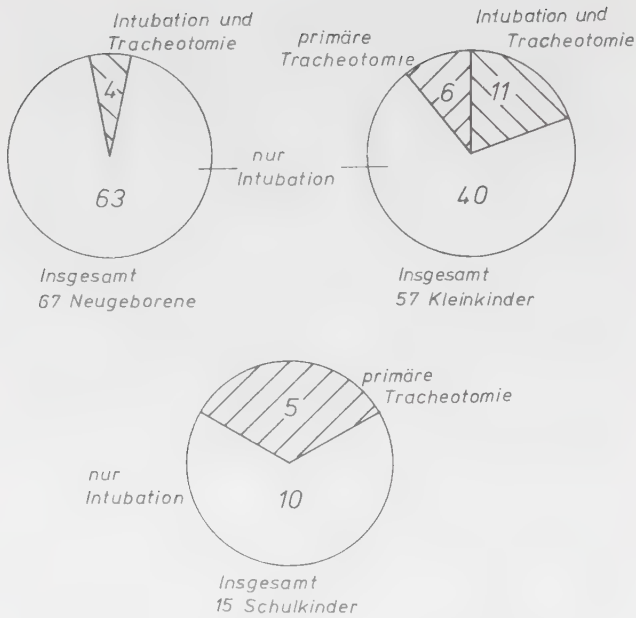


Abb. 4 Verteilung der Fälle auf Technik der Beatmung und Alter.

aller tracheotomierten Patienten wurde diese sekundäre Tracheotomie durchgeführt (Abb. 3). Deshalb wird in manchen Kliniken bei Patienten, bei denen eine längere Beatmungsdauer zu vermuten ist, sofort eine Trachealkanüle gelegt (3, 4), während andere auch über längere Zeit mit der Intubation gute Er-

fahrungen machten. Teilweise wird die Tracheotomie vollkommen abgelehnt (17), oder es wird empfohlen, sie zu vermeiden (14). Die Möglichkeit der zufälligen Extubation, schlechter Sitz und möglicherweise Trachealulcera sowie Narbenstenosen werden als Nachteile insbesondere der unteren Tracheotomie aufgezählt (20, 46). Meist wird die Intubation mit Plastiktuben der Tracheotomie vorgezogen (6, 14, 17, 20, 31, 40, 46, 50, 51). Dabei wird häufiger nasotracheal intubiert, obwohl das Einführen des Tubus schwierig sein kann, jedoch ist er besser zu fixieren und wird von den Patienten besser toleriert als bei orotrachealer Intubation, die größere Tubuskaliber erlaubt (20, 46, 50).

Bei der altersmäßigen Aufstellung der Beatmungstechniken zeigt sich, daß im Neugeborenenalter keine sofortige Tracheotomie durchgeführt wurde. Ursache hierfür sind die geringe Größe der Atemwege dieser Kinder und die damit verbundenen Schwierigkeiten bei der Pflege und Dekanülierung. Nur als Zweitmaßnahme nach vorheriger Intubation tritt sie in ca. 6 % der Fälle in dieser Altersgruppe auf. Somit wurden 94 % der Neugeborenen über einen Tubus allein beatmet (Abb. 4).

Die primäre Tracheotomie kommt erst bei Patienten im Kleinkindalter zur Anwendung, jedoch noch relativ selten, bei sechs von 57 (ca. 10 %). Doppelt so oft mußte eine spätere Tracheotomie nach vorheriger Intubation durchgeführt werden, bei 11 Patienten dieses Alters. 40 Kleinkinder, ca. 70 %, wurden nur intubiert.

Schulkinder wurden nur jeweils mit einer Technik an die Respiratoren angeschlossen. Zwei Drittel von ihnen atmeten über einen Tubus, das restliche Drittel über ein Tracheostoma. Wegen der geringen Zahl (15 Patienten) und dem größeren Anteil länger beatmeter Kinder läßt sich hier kein Zusammenhang zwischen Alter und häufigerer Tracheotomie herstellen.

4. Reintubationen.

Neu- oder Umintubationen mußten in den Fällen vorgenommen werden, in denen der ursprünglich eingeführte Tubus insuffizient geworden, verrutscht oder verlegt war. Im Neugeborenen- und Kleinkindalter kam dies etwa dreimal häufiger vor als im Schulkindalter, was auf die bei Säuglingen verwendeten kleineren Tuben zurückzuführen ist, die sich eher verlegen als weitere, wie man sie bei älteren Kindern verwenden kann (Tab. 4).

Ungefähr zwei Drittel der Intubierten konnten ihren einmal gelegten Tubus für die ganze Dauer ihrer Beatmung behalten, bei knapp einem Viertel genügte eine einmalige Reintubation. Maximal mußte der Tubus dreimal ersetzt werden. Wenn nach der Intubation noch tracheotomiert werden mußte, so geschah dies in einem Drittel der Fälle innerhalb der ersten Stunde der Beatmung. Im längsten Fall wurde nach 80 Stunden der Tubus gegen eine Trachealkanüle ausgetauscht. Die längste Zeit, über die ein Patient nur durch einen Tubus beatmet wurde, betrug 24 Tage, THIEFFRY und Mitarb. berichten von Beatmungszeiten bis zu drei Monaten bei zwei-

		Neu- od. Umintubation		Σ
		nicht durchgeführt	durchgeführt	
Alter	* e	45,9	19,1	65
	Neugeborene b	45	20	
	d	-0,9	+0,9	
	e	39,5	16,5	56
	Kleinkind b	37	19	
	d	-2,5	+2,5	
	e	10,6	4,4	15
	Schülkind b	14	1	
	d	+3,4	-3,4	
	Σ	96	40	136**

Tab. 4 Verteilung der Fälle auf Reintubation und Alter. ($\chi^2 = 4,4$; nicht signifikant)

maligem Tubuswechsel (50). Bei einer Beatmungsdauer über diese Zeit hinaus atmeten die Kinder über ein Tracheostoma. (Tab. 5).

- *) e: errechneter Erwartungswert
 b: tatsächlich beobachtete Anzahl
 d: Differenz zwischen errechnetem Erwartungswert und tatsächlich beobachteter Anzahl

- **) Bei 3 Patienten konnte die Anzahl der Reintubationen nicht mehr festgestellt werden.

		Anzahl d. Neu- od. Umintubationen					Σ
		0	1	2	3	unbe- kannt	
Gesamt- dauer der Beatmung	$\leq 3h$	19	2	0	0	0	21
	$\leq 12h$	20	3	0	0	0	23
	$\leq 24h$	19	4	0	0	0	23
	$\leq 48h$	8	6	0	0	0	14
	$\leq 72h$	10	3	1	1	0	15
	$\leq 1Wo$	6	8	2	2	0	18
	$\leq 1Mo$	6	3	3	0	0	12
	$> 1Mo$	2	0	0	0	0	2
	unbe- kannt	6	2	0	0	3	11
Σ		96	31	6	3	3	139

Tab. 5 Verteilung der Fälle auf Anzahl der Re-
intubationen und Gesamtdauer der Beatmung.

5. Dauer der Beatmung.

Einen Überblick über die Entwicklung der Beatmungsdauer bietet Tabelle 6. Bereits 1965 wurde die Langzeitbeatmung durchgeführt: die beiden am längsten beatmeten Patienten stammen aus diesem Jahr.

Einer von ihnen wurde 2548 Stunden lang beatmet, das sind etwa dreieinhalb Monate, ein Wert, der auch von anderen Zentren als längste Beatmungsdauer genannt wird (40, 50).

Die Zunahme der Patientenzahl von Jahr zu Jahr schlägt sich jedoch hauptsächlich bei den kurzzeitigen Beatmungen bis zu drei Tagen nieder, so

		Jahrgang												Σ
		1965			1966			1967			1968			
		Geschlecht												
		♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	♂	♀	Σ	
Gesamt- dauer der Beatmung	≤ 3 h	0	1	1	2	3	5	3	2	5	6	4	10	21
	≤ 12 h	1	1	2	4	1	5	7	3	10	1	5	6	23
	≤ 24 h	0	1	1	3	1	4	5	5	10	4	4	8	23
	≤ 48 h	0	0	0	3	2	5	4	0	4	5	0	5	14
	≤ 72 h	4	0	4	1	0	1	3	2	5	4	1	5	15
	≤ 1 Wo	1	0	1	1	0	1	2	1	3	8	5	13	18
	≤ 1 Mo	1	1	2	0	0	0	2	0	2	4	4	8	12
	> 1 Mo unbe- kannt	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	0	0	0	0	2	2	2	4	6	3	0	3	11	
Σ		8	5	13	14	9	23	28	17	45	35	23	58	139

Tab. 6 Verteilung der Fälle auf Jahrgang der Aufnahme in die Klinik und Gesamtdauer der Beatmung.

		Alter			Σ
		Neugeborenen	Kleinkind	Schulkind	
Gesamt- dauer d. Beatmung	*e	9,8	8,7	2,5	
	≤ 3h b	12	8	1	21
	d	+ 2,2	- 0,7	- 1,5	
	≤ 12h e	10,8	9,5	2,7	
	b	17	5	1	23
	d	+ 6,2	- 4,5	- 1,7	
	≤ 24h e	10,8	9,5	2,7	
	b	12	9	2	23
	d	+ 1,2	- 0,5	- 0,7	
	≤ 48h e	6,6	5,8	1,6	
	b	5	7	2	14
	d	- 1,6	+ 1,2	+ 0,4	
	≤ 72h e	7,0	6,2	1,8	
	b	3	10	2	15
	d	- 4,0	+ 3,8	+ 0,2	
	> 72h e	15,0	13,3	3,8	
	b	11	14	7	32
	d	- 4,0	+ 0,7	+ 3,2	
Σ		60	53	15	*** 128

Tab. 7 Verteilung auf Alter und Gesamtdauer der Beatmung. ($\chi^2 = 17,8$; nicht signifikant)

*) e: errechneter Erwartungswert
b: tatsächlich beobachtete Anzahl
d: Differenz zwischen errechnetem Erwartungs-
wert und tatsächlich beobachteter Anzahl

**) Bei 11 Patienten konnte die Dauer der Beatmung nicht mehr festgestellt werden.

liegt ihr Anteil 1965 bei acht von 13 Patienten, 1966 ist er besonders hoch: 20 von 23 wurden nicht länger als 72 Stunden beatmet, 1967 waren es 34 von 45 und 1968 betrug die Zahl der kurzzeitig Beatmeten 34 von 58. In diesem Jahr nimmt der Anteil der länger als drei Tage und kürzer als eine Woche Beatmeten zu. Er beträgt 23 % (13/58) der Patienten des Jahres 1968, während dieser Wert im Durchschnitt der vorherigen Jahre bei ca. 6 % liegt. Auch der Anteil der länger als eine Woche bis zu einem Monat Beatmeten ist höher als in den früheren Jahren.

Die meisten Neugeborenen wurden nicht länger als 24 Stunden beatmet. Nur etwa ein Drittel erhielt eine künstliche Beatmung von länger als einem Tag und längstens einem Monat. In Durchschnitt wurden die Neugeborenen 41,4 Stunden lang beatmet. (Tab. 7).

Bei den Kleinkindern liegt dieser Wert bei 137,2 Stunden, er wird allerdings durch die Einbeziehung der beiden am längsten beatmeten Patienten verfälscht, da sie mit 912 bzw. 2548 Stunden weit über dem Durchschnitt liegen. In dieser Altersgruppe liegt im Bereich von 49 bis 72 Stunden Beatmungsdauer ein Häufigkeitsgipfel.

Im Schulkindalter liegt ein Maximum vor für eine Dauer von länger als einer Woche und kürzer als einem Monat. Zwei Drittel der Patienten dieses Alters verteilen sich ungefähr gleichmäßig auf die Beatmungszeiträume unter einer Woche. Der Durchschnittswert liegt bei 136,3 Stunden.

		Grundkrankheit **				
		1	2	3	4	Σ^*
Gesamt- dauer d. Beatmung	$\leq 3h$	15	9	2	3	29
	$\leq 12h$	16	12	4	3	35
	$\leq 24h$	21	9	6	0	36
	$\leq 48h$	14	7	0	1	22
	$\leq 72h$	12	11	1	0	24
	$\leq 1Wo$	15	8	1	2	26
	$\leq 1Mo$	14	1	1	0	16
	$> 1Mo$	2	0	1	0	3
	unbe- kannt	11	7	0	1	19
Σ^*		120	64	16	10	210

Tab. 8 Verteilung der Fälle auf Grundkrankheit
und Gesamtdauer der Beatmung.

Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatienten-
zahl überein, da manche Patienten an mehreren
Grundkrankheiten litten.

**) Gruppen der Grundkrankheiten:

- 1: Krankheiten des ZNS
- 2: Pulmonale Erkrankungen
- 3: Kardiale Erkrankungen
- 4: Sonstige Erkrankungen

Zwischen der Gesamtdauer der Beatmung und der Art der Grundkrankheit ist kein eindeutiger Zusammenhang festzustellen. Bei der großen Zahl der ZNS-Erkrankungen ist es nicht verwunderlich, daß sich in dieser Gruppe auch die beiden Längstbeatmeten befinden, aber auch bei kardialen und pulmonalen Störungen kommen Beatmungszeiten bis zu einem Monat vor (Tab. 8).

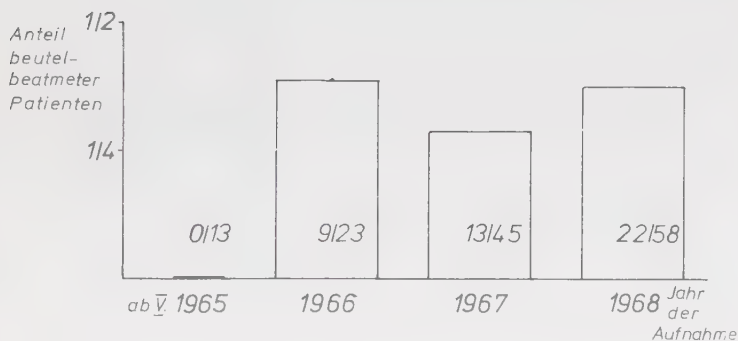


Abb. 5 Verteilung der Fälle auf Anteil der mit dem Atembeutel beatmeten Patienten und Jahrgang der Aufnahme in die Klinik.

6. Beutelbeatmung.

Etwa ein Drittel aller Patienten mußte mit einem Atembeutel beatmet werden. Die Beutelbeatmung wird als Sofortmaßnahme durchgeführt, bis der maschinelle Respirator einsatzbereit ist, oder sie kommt bei

kurzfristigen Beatmungen zur Anwendung (2, 31), es bestehen auch Tendenzen, die künstliche Beatmung nur mit Beutel und Maske durchzuführen (15). Im Allgemeinen ist jedoch bei länger dauernder Beatmung der Einsatz eines Respirators unumgänglich. So wurden im beobachteten Zeitraum nur 9 % aller Patienten ausschließlich mit dem Beutel beatmet. Ungefähr zwei Drittel der Beutelbeatmeten wurden zusätzlich maschinell beatmet. Dabei ist nicht berücksichtigt, daß alle Patienten vor der Bronchialtoilette kurz mit einem Beutel ventiliert wurden, da dies das Absaugen erleichtert.

1965 wurde überhaupt keine Beutelbeatmung durchgeführt. 1966 und 1968 nahm sie etwa den gleichen Anteil von jeweils drei Achteln ($9/23$; $22/58$) ein. 1967 betrug dieser Teil etwas weniger als ein Drittel ($13/45$). In diesen Angaben sind sowohl Patienten berücksichtigt, die nur mit dem Beutel beatmet wurden, als auch jene, die noch zusätzlich eine maschinelle Beatmung erhielten (Abb. 5).

Bei etwa der Hälfte aller mit dem Beutel beatmeten Kinder wurde die Beatmungstherapie innerhalb von 24 Stunden beendet. Länger beatmete Patienten wurden durchweg nach ein bis zwei Stunden auf Respiratorbeatmung umgestellt. Bei der Überwiegenden Zahl der bis zu einer Stunde Beatmeten betrug diese Zeit nur 15 bis 30 Minuten. Von den Patienten, deren Beatmungsdauer insgesamt drei Stunden nicht überschritt, wurde die Hälfte mit dem Beutel beatmet (Tab. 9).

Zwischen der Art der Grundkrankheit und der Durch-

führung einer Beutelbeatmung besteht kein Zusammenhang. In allen Krankheitsgruppen wurde etwa die Hälfte auch mit dem Atembeutel behandelt.

		Dauer der Beutelbeatmung						Σ
		0	≤ 1 h	≤ 2 h	≤ 3 h	≤ 6 h	unbe- kannt	
Gesamt- dauer der Beatmung	≤ 3 h	8	7	2	2	0	2	21
	≤ 12 h	18	3	2	0	0	0	23
	≤ 24 h	18	4	1	0	0	0	23
	≤ 48 h	11	2	1	0	0	0	14
	≤ 72 h	13	1	1	0	0	0	15
	≤ 1Wo	13	1	3	0	1	0	18
	≤ 1Mo	10	1	1	0	0	0	12
	≤ 1Mo	2	0	0	0	0	0	2
	unbe- kannt	2	0	0	0	0	9	11
Σ		95	19	11	2	1	11	139

Tab. 9 Verteilung der Fälle auf Dauer der Beutelbeatmung und Gesamtdauer der Beatmung.

7. Maschinelle Beatmung.

Die maschinelle Beatmung kann nach zwei grundsätzlich verschiedenen Methoden durchgeführt werden: einmal durch Anwendung eines negativen Druckes um den Thorax des Patienten, zum anderen durch Erzeugung eines positiven Druckes in den Atemwegen und der Lunge des Patienten. Der Intensivpflegestation der Universitätskinderklinik Mainz stehen heute drei Beatmungsgeräte für positiven Druck zur Verfügung. 1965 besaß sie Geräte vom Typ Engström und Bird. 1967 kam ein Respirator der Firma Bennett hinzu. Diese Geräte unterscheiden sich in der Hauptsache in der Art der Umschaltung von Inspiration zu Expiration. Der Engström-Respirator wird zu den "inkonstanten Stromgeneratoren mit Zeit-(Volumen-) Steuerung" gezählt (9). Bei ihm ist die Strömungsart unabhängig von den Lungencharakteristika des Patienten und wird nur von der Maschine bestimmt (1). MARTIN-BOUYER fand jedoch die Volumeneinstellung als nicht genügend zuverlässig, auch die Einstellung der Sauerstoffkonzentration der Inspirationsluft sei zu schwierig. Als wichtigsten Nachteil ist jedoch die geringe maximale Atemfrequenz von 30 Atemzügen pro Minute zu bezeichnen (25), damit ist das Gerät für Früh- und Neugeborene nicht geeignet ¹⁾. Die beiden anderen Respiratoren gehören zur gleichen Gruppe der "Druckgeneratoren", der Bird mit "Drucksteuerung", der Bennett mit "Druck-Flow- oder Zeitsteuerung" (9). Bei diesen Geräten ist die Strömung und das Volumen abhängig von der Wirkung des ge-

1) Bei dem neuesten, nach Abschluß unserer Untersuchungen auf den Markt gekommenen Engström-Modell sind diese Nachteile beseitigt worden.

		Jahrgang				Σ
		1965	1966	1967	1968	
Art der masch. Beatmung	keine masch. Beatmung	0	3	3	6	12
	Bird	9	19	12	22	62
	Bennett	-	-	21	21	42
	Engström	2	0	0	2	4
	Bird+Bennett	-	-	4	2	6
	Bird+Engström	2	1	0	2	5
	Bennett+Engström	-	-	1	0	1
	alle drei Geräte	-	-	1	2	3
	unbekannt	0	0	3	1	4
Σ		13	23	45	58	139

Tab. 10 Verteilung der Fälle auf Jahrgang der Aufnahme in die Klinik und Art der maschinellen Beatmung.

wählten Druckes auf die Lunge, so verringert sich das Volumen bei steigender Lungencompliance (1, 9). Der Engström-Respirator wird als besser zur kontrollierten Beatmung geeignet ¹⁾, die Geräte von

1) Kontrollierte Beatmung: ausschließlich maschinell produzierte Atemexkursionen bei erloschener Spontanatmung.
Assistierte Beatmung: Unterstützung noch vorhandener Eigenatembewegungen des Patienten.

Bird und Bennett als besser zur assistierten Beatmung erachtet (9). Da die meisten Patienten, zumindest zeitweise, assistiert beatmet wurden, ist es nicht verwunderlich, daß hauptsächlich die Bird- und Bennett-Respiratoren zum Einsatz kamen und der Engström nur in vereinzelt Fällen zur Anwendung kam.

1965 und 1966 teilen sich die Beatmungsfälle nur auf die Bird- und Engströmgeräte, jedoch sehr ungleichmäßig: 28 der 36 Patienten wurden mit dem Bird behandelt und drei mit der Kombination Bird-Engström, davon zwei 1965. Der Engström-Respirator wurde nur 1965 in zwei Fällen allein eingesetzt. Es ist dies etwa ein Siebtel der in diesem Halbjahr Beatmeten. Drei Patienten erhielten keine maschinelle Beatmung, sondern wurden nur mit dem Atembeutel behandelt.

Der Einsatz des neu hinzugekommenen Bennett-Respirators bedeutet eine fühlbare Entlastung des Bird-Gerätes. Die ohnehin nur gering eingesetzte Engström-Maschine wird 1967 nur zweimal in Kombinationen verwendet, einmal zusammen mit dem Bird und einmal zusammen mit dem Bennett. Der Bird-Respirator war in diesem Jahr bei 27 % der Fälle im Einsatz, der Bennett bei 47 % und Kombinationen der beiden Geräte in 9 %. Somit wurden 83 % der 1967 Beatmeten mit Bird oder Bennett behandelt. Drei von insgesamt 45 Patienten erhielten nur eine Beutelbeatmung.

1968 war der Anteil der Einsätze des Bird gleich denen des Bennett: 38 % bzw. 36 %. Zwei von 58 Patienten wurden nur mit dem Engström, weitere vier in Kombinationen mit Engström und Bird oder Bennett beatmet (Tab. 10).

		Gesamtdauer der Beatmung							Σ
		$\leq 3h$	$\leq 12h$	$\leq 24h$	$\leq 48h$	$\leq 72h$	$> 72h$	unbe- kannt	
Art der masch. Beatmung	keine masch. Beatmung	8	0	0	0	0	0	4	12
	Bird	8	14	13	10	6	8	3	64
	Bennett	4	8	8	4	6	10	2	42
	Engström	0	0	0	0	1	3	0	4
	Bird+Bennett	0	1	2	0	0	3	0	6
	Bird+Engström	0	0	0	0	1	4	0	5
	Bennett+Engström	0	0	0	0	1	0	0	1
	alle drei Geräte	0	0	0	0	0	3	0	3
	unbekannt	1	0	0	0	0	1	2	4
Σ		21	23	23	14	15	32	11	139

Tab. 11 Verteilung der Fälle auf Gesamtdauer der Beatmung und Art der masch. Beatmung.

Obwohl das Bennett-Gerät erst seit 1967 im Einsatz ist, erreicht es einen Gesamtanteil von 30 % aller Beatmeten. Dafür, daß der Bird eineinhalb Jahr länger zur Verfügung stand, liegt sein Anteil von 44 % nicht wesentlich darüber. Mit insgesamt vier Fällen von 139 ist die alleinige Anwendung des Engström verschwindend gering. Weitere 14 % entfallen auf Kombinationen der verschiedenen Geräte.

Bei vier Patienten konnte die Art der maschinell-

len Beatmung nicht mehr geklärt werden. (1967: 3; 1968: 1)

Die Mehrzahl der Patienten wurde mit den Bird- oder Bennett-Geräten beatmet. Sie sind dadurch auch in allen zeitlichen Gruppierungen zu finden. Der Engström-Respirator kam allein oder in Kombinationen nur bei Patienten zum Einsatz, die länger als zwei Tage beatmet wurden. Mit diesem Gerät wurden auch die beiden längsten Beatmungen des Beobachtungszeitraumes durchgeführt: einmal über 912 Stunden nur mit dem Engström und einmal über 2548 Stunden zusammen mit dem Bird (Tab. 11).

Es ist nicht zu erkennen, daß bestimmte Respiratoren für bestimmte Grundkrankheiten besonders häufig eingesetzt wurden. Die beiden am meisten verwendeten Geräte Bird und Bennett sind in allen Gruppen vertreten, das weniger oft eingesetzte Engström-Gerät ist in der größten Gruppe, den ZNS-Erkrankungen, zu finden.

8. Atemfrequenz.

Die Aufstellung nach Atemfrequenz und Alter zeigt erwartungsgemäß auch in ihrer groben Aufgliederung ein Absinken der Atemfrequenz mit steigendem Alter (Abb. 6). Der Gipfel der Häufigkeit liegt für Neugeborene bei 30 bis 38 Atemzüge pro Minute, für Klein- und Schulkinder im Bereich von 20 bis 28 Atemzüge pro Minute. Teilweise werden Atemfrequenzen von bis zu 80 pro Minute bei Früh- und Neugeborenen berichtet (2), jedoch wurde festgestellt, daß Frequenzen von mehr als 70 Atem-

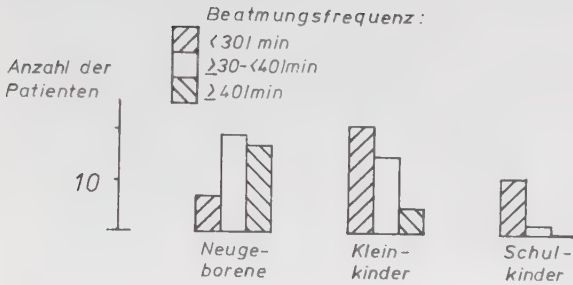


Abb. 6 Verteilung der Fälle auf durchschnittliche Atemfrequenz und Alter.

zügen pro Minute keine Verbesserung der Sauerstoffversorgung erbringen (32). Im Allgemeinen werden die Patienten mit Frequenzen von 30 bis 45 Atemzügen/Minute beatmet, bei Frühgeborenen werden auch 60 pro Minute erreicht (40, 51). Der für die hier beobachteten Patienten errechnete Durchschnittswert beträgt für die Neugeborenen 36,7 Atemzüge/Minute, die Kleinkinder atmeten durchschnittlich 29,7mal pro Minute und die Frequenz bei Schulkindern beträgt im Mittel 23,9 Atemzüge pro Minute. Es ist jedoch zu berücksichtigen, daß die Ausgangswerte schon die durchschnittliche Atemfrequenz eines Patienten darstellen. Somit sind durchaus tachypnoische Phasen bei den einzelnen Kindern möglich. Eine Abhängigkeit der Atemfrequenz von der Art des verwendeten Respirators konnte nicht festgestellt werden. Der

Durchschnittswert lag bei dem Bird und dem Bennett bei 31 bzw. 31,5 Atemzügen pro Minute. Das Bird-Gerät wurde in drei Fällen mit einer Frequenz von 48/min betrieben, der Bennett-Respirator in ebenfalls drei Fällen mit 50/min. Bei der Beatmung mit dem Engström wurde eine Durchschnittsfrequenz von 21 Atemzügen pro Minute festgestellt. Die geringe Frequenz ist darauf zurückzuführen, daß mit diesem Respirator von vornherein hauptsächlich ältere Kinder beatmet wurden.

9. Komplikationen.

Die bei der Beatmung aufgetretenen Komplikationen wurden in sieben Gruppen zusammengefaßt. Sie umfassen als erste die Aspirationen und ihre unmittelbaren Folgen, zweitens Zwischenfälle mit Verlegung oder Verrutschen des Tubus oder der Trachealkanüle, drittens das Auftreten von Granulationen in der Trachea, viertens Atelektasen, die fünfte und sechste Gruppe enthalten die entzündlichen Veränderungen der oberen bzw. der unteren Luftwege und der siebte Komplex erfasst Fälle mit Pneumothorax. Eine achte Gruppe führt alle Komplikationen auf, die sich nicht in die vorherigen einordnen lassen. Es sind dies meist Einzelfälle von z. B. Emphysem oder Mediastinitis. Manche Patienten litten unter mehreren Komplikationen, somit liegt die Gesamtsumme dieser Aufstellung höher als die Gesamtpatientenzahl.

Bei 107 Patienten wurde in den Krankenblättern von keinen Komplikationen berichtet. Von 32 Kindern sind eine oder mehrere Komplikationen be-

0: keine Komplikationen aufgetreten	107
1: Aspiration	5
2: Verlegung von Tubus oder Tracheostoma	5
3: Granulationen in der Trachea	4
4: Atelektasen	6
5: Entzündliche Veränderungen der oberen Luftwege	7
6: Entzündliche Veränderungen der unteren Luftwege	6
7: Pneumothorax	6
8: Sonstige Komplikationen	4
9: unbekannt	2
	152*)

Tab. 12 Aufstellung der Komplikationen

kannt: in den dreieinhalb Jahren von 1965 bis 1968 traten als größte Gruppe dreizehnmal Entzündungen der Luftwege auf. Entzündungen und Infektionen zählen auch allgemein zu den häufigsten Komplikationen bei der künstlichen Beatmung (5, 14, 36). Etwa halb sooft werden Pneumothorax und Atelektasen angegeben, jeweils in sechs Fällen. Als Ursache der Atelektasen wird der negative Druck in den Luftwegen angesehen, weswegen eine Exspirationshilfe durch einen von dem Respirator erzeugten Sog vermieden wird, jedoch auch beim Absaugen wird ein negativer Druck erzeugt. Deshalb soll der Patient nach jedem Absaugen ein bis zwei Atemzüge mit erhöhtem Druck beatmet

*) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche Patienten unter mehreren Komplikationen litten.

werden (3, 5, 36). An weiteren Komplikationen wurden je fünfmal Aspirationen und Verlegung oder Verrutschen des Tubus gezählt, viermal traten Granulationen in der Trachea auf und in ebenfalls vier Fällen wurden sonstige Komplikationen verzeichnet (Tab. 12).

Zwischen dem Alter der Patienten und einem Auftreten von Komplikationen bei der Beatmung gibt es keinen Zusammenhang. In allen Gruppen entsprechen die beobachteten Werte mit geringen Abweichungen den errechneten Erwartungswerten.

Bei den verschiedenen Beatmungstechniken treten auch verschiedene Komplikationen auf (Tab. 13). Aspirationen kommen nur bei intubierten Patienten vor, Granulationen in der Trachea treten nur bei Patienten auf, die entweder nur tracheotomiert oder auch vorher intubiert waren, bei letzteren häufiger.

Gleich häufig wie Aspirationen treten bei Intubierten Fälle mit Pneumothorax auf, es folgen in der Häufigkeit Kinder mit Atelektasen. Von allen drei Techniken hat die Intubation, entweder naso- oder orotracheal, den geringsten Prozentsatz an Komplikationen: bei nur einem Viertel wird darüber in den Krankenblättern berichtet. Bei der Tracheotomie zeigt sich ein höheren Anteil an Komplikationen: fast die Hälfte der Tracheotomierten konnte nicht komplikationslos beatmet werden. Dies liegt jedoch nicht an der Technik, sondern daran, daß die Tracheotomie hauptsächlich zur Langzeitbeatmung eingesetzt wurde und mit zunehmender Beatmungsdauer auch die Häufigkeit der

	Komplikationen **										Σ *
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
<i>Intubation</i>	91	5	4	0	4	3	3	5	2	2	119
<i>Technik Tracheotomie</i>	6	0	1	1	1	4	3	0	1	0	17
<i>Intubation und Tracheotomie</i>	10	0	0	3	1	0	0	1	1	0	16
Σ *	107	5	5	4	6	7	6	6	4	2	152

Tab. 13 Verteilung der Fälle auf Art der Komplikation und Technik der Beatmung.

Komplikationen steigt (Tab. 15). Den größten Teil der Komplikationen der Tracheotomierten stellen Entzündungen der oberen und unteren Luftwege. Da auch Patienten, die zuerst intubiert und nachher tracheotomiert wurden, meist über längere Zeit beatmet wurden, ist es nicht verwunderlich, daß von ihnen etwa ein Drittel unter Komplikationen litten.

Es ist deutlich, daß bei intubierten Patienten ein Schwerpunkt bei Aspirationen und Pneumothorax liegt, während er sich in der Gruppe der Tracheotomierten bei entzündlichen Vorgängen in den oberen und unteren Luftwegen zeigt.

*) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche Patienten an mehreren Komplikationen litten.

**) Gruppen der Komplikationen s. Tab. 12, S. 29.

Ein Einfluß des verwendeten Respirators auf das Auftreten von Komplikationen ist nicht festzustellen. Auch hat das Auftreten von Komplikationen keinen merklichen Einfluß auf die Ursache der Beendigung der Beatmung: sowohl mit als auch ohne Zwischenfälle zeigt sich das ungefähr gleiche Verhältnis von durch Fortfall der Indikation beendeten Beatmungen zu solchen, die wegen des Todes des Patienten abgebrochen wurden (Tab. 14).

Bei länger dauernder Beatmung ist ein deutliches Ansteigen der Komplikationen zu erkennen (Tab. 15, Abb. 7). Patienten, die bis zu drei Stunden beatmet wurden, zeigen einen hohen Anteil zwischenfalllos Behandelter: etwas mehr als drei Viertel (17/21), bei solchen bis zu einem halben Tag liegt dieser Satz noch günstiger mit 1/23. Insgesamt sind Kinder, die nicht länger als 72 Stunden beatmet wur-

		Komplikationen		
		Ø	+	Σ*
Ursache d. Beendigung	Tod	82	31	113
	Fortfall d. Indikation	25	14	39
	Σ*	107	45	152

Tab. 14 Verteilung der Fälle auf das Auftreten von Komplikationen und die Ursache der Beendigung der Beatmung.

*) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche Patienten an mehreren Komplikationen litten.

		Komplikationen		
		Ø	+	Σ
*e s 3h	e	15,7	6,3	
	b	17	5	22
	d	+1,3	-1,3	
s 12h	e	16,4	6,6	
	b	22	1	23
	d	+5,6	-5,6	
Gesamt- s 24h	e	17,1	6,9	
	b	17	7	24
	d	-0,1	+0,1	
dauer d.				
Beatmung s 48h	e	9,8	4,2	
	b	11	3	14
	d	+1,2	-1,2	
s 72h	e	11,9	5,1	
	b	13	4	17
	d	+1,1	-1,1	
s 72h	e	27,8	11,2	
	b	19	20	39
	d	-8,8	+8,8	
Σ		99	40	139**

Tab. 15 Verteilung der Fälle auf Gesamtdauer der Beatmung und Auftreten von Komplikationen.
($\chi^2 = 17,5$; $P < 1\%$)

*) e: errechneter Erwartungswert
b: tatsächlich beobachtete Anzahl
d: Differenz zwischen errechnetem Erwartungswert und tatsächlich beobachteter Anzahl

**) siehe Fußnote S. 34

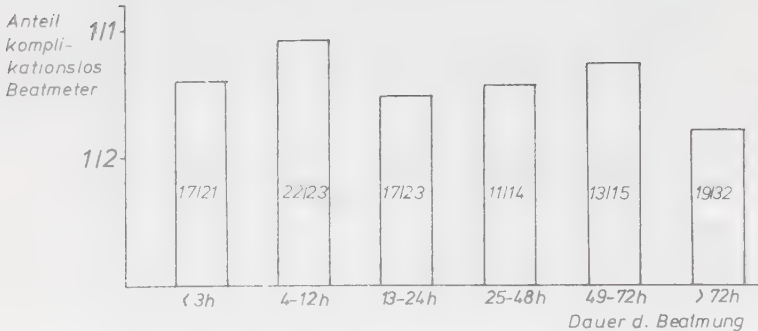


Abb. 7 Verteilung der Fälle auf Anteil komplika-tionslos Beatmeter und Gesamtdauer der Beatmung.

den, mit einer Komplikationsrate von nur 20 % be-lastet. Bei darüber hinausgehenden Beatmungen steigt dieser Anteil rasch an: bei einer Dauer von länger als einer Woche und kürzer als einem Monat beträgt er schon fast zwei Drittel (19/30). In den beiden Fällen noch längerer Beatmung traten ausnahmslos Schwierigkeiten z. B. in Form von Entzündungen des Respirationstraktes auf.

zu Tab. 15, S. 33

Bei zwei Patienten konnte die Art der Komplika-tion, bei 11 die Dauer der Beatmung nicht mehr festgestellt werden. Die Gesamtsumme stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da bei manchen mehrere Komplikationen auftraten.

10. Beendigung der Beatmung.

Für die Beendigung der Beatmung kamen zwei Ursachen in Betracht: Beendigung wegen des Todes des Patienten oder wegen des Fortfalls der Indikation. Von den Kindern, deren Beatmung wegen Fortfall der Indikation beendet wurde, starb im späteren Verlauf die Hälfte infolge ihrer schweren Grundkrankheit, sodaß etwa ein Achtel aller Patienten sowohl ihre Ateminsuffizienz als auch ihre Grundkrankheit überwand. In drei Vierteln aller Fälle mußte die Beatmung wegen des Todes des Patienten beendet werden. Es zeigt sich keine größere Abweichung von diesem Verhältnis in den verschiedenen Jahren (Abb. 8).

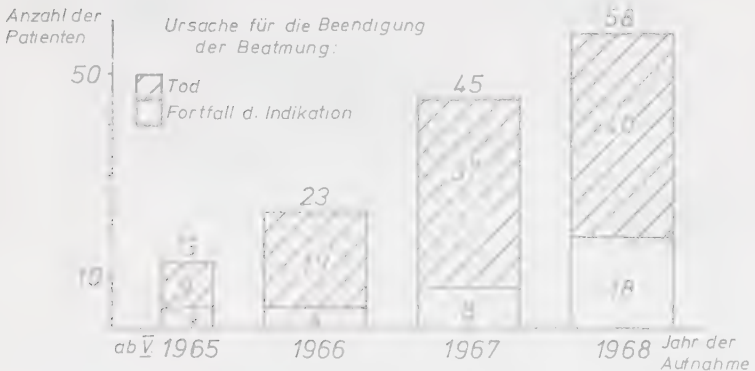


Abb. 8 Ursache für die Beendigung der Beatmung in den verschiedenen Jahren.

Bei einer Aufstellung der Fälle nach Alter und Ursache für die Beendigung der Beatmung fällt auf, daß von den 67 beatmeten Neugeborenen nur neun wegen des Fortfalls der Indikation nicht weiter beatmet wurden, somit bei 58 (87 %) die Beatmung wegen des Todes des Patienten beendet wurde. Den gleichen Wert von 87 % gibt auch GAMP für seine Neugeborenenbeatmungen von 1964 bis 1965 an (13). Mehrfach wird auf die prognostische Bedeutung des Lebensalters zu Beginn der Beatmung hingewiesen:

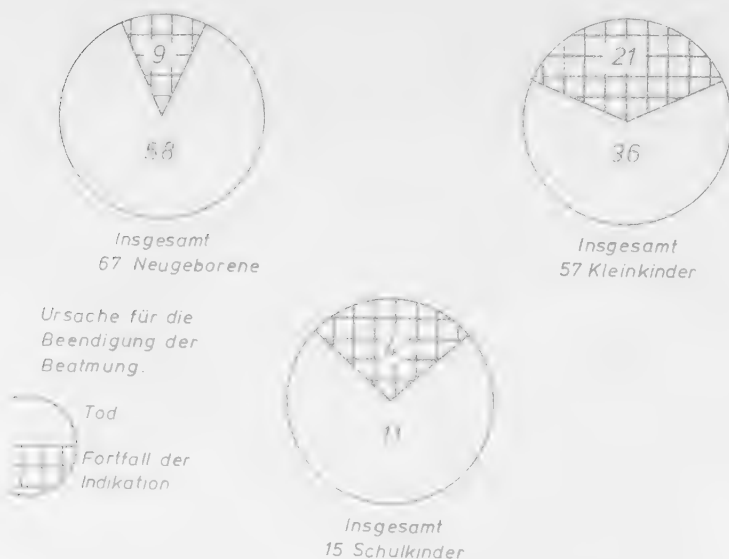


Abb. 9 Ursache für die Beendigung der Beatmung in den einzelnen Altersgruppen.

je jünger die Neugeborenen künstliche Beatmung benötigten, desto ungünstiger ist die Prognose (34, 43, 44). Auch schwere angeborene Fehlbildungen sind eine Ursache für die schlechte Überlebensrate in dieser Altersgruppe (14).

21 der 57 beatmeten Kleinkinder bis zu fünf Jahren fanden wieder zu ihrer Spontanatmung und benötigten keinen Respirator mehr, unter ihnen auch die beiden am längsten Beatmeten.

Wegen der geringen Zahl der Schulkinder ist hier keine verbindliche Aussage möglich. Von 15 Über-

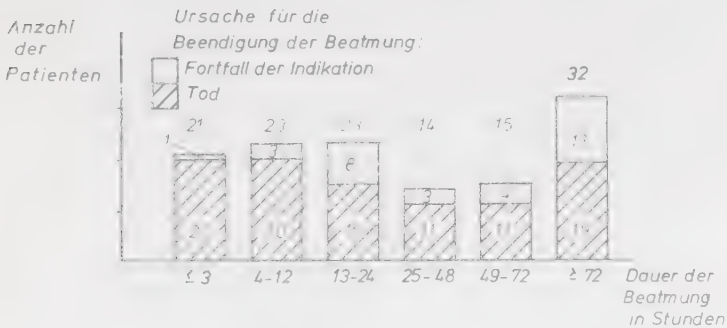


Abb. 10 Ursache für die Beendigung der Beatmung in den einzelnen Zeitgruppen der Gesamtdauer der Beatmung.

wanden vier ihre Ateminsuffizienz und wurden nicht mehr künstlich beatmet (Abb. 9).

In den ersten zwölf Stunden der Beatmung mußte die Behandlung öfter als im Durchschnitt wegen des Todes des Patienten beendet werden: nur vier von 44 atmeten wieder spontan und konnten auf einen Respirator verzichten. Bei länger dauernder Beatmung entspricht der Anteil der zur Spontanatmung zurückfindenden Patienten dem Durchschnittswert von ca. 25 % (34/139) und übertrifft ihn teilweise erheblich: bei den länger als drei Tage (72 Stunden) Beatmeten beträgt er zwei Fünftel (13/32). Diese Verteilung ist wohl darauf zurückzuführen, daß in der Gruppe der bis zu einem halben Tag Beatmeten relativ viele Neugeborene zu finden sind. Durch die notwendige Zusammenfassung der Zeitgruppen der Gesamtdauer der Beatmung ist auch nicht mehr zu erkennen, daß die Hälfte der bis zu drei Stunden Beatmeten kürzer als eine Stunde beatmet wurde: 10 von 21. Dies deutet schon darauf hin, daß in dieser Gruppe ein großer Teil desolater Fälle erfasst ist, bei denen die künstliche Beatmung nur mehr einen Versuch der Rettung darstellte und nach kurzer Zeit bereits eingestellt werden mußte.

Die Art der Grundkrankheit zeigt keinen Einfluß auf den Ausgang der Beatmung (Tab. 16). Eher läßt sich auf Grund des aktuellen pH-Wertes zu Beginn der Beatmung eine Prognose stellen. Von einigen Autoren wird der pH-Wert und seine Änderung unter Therapie als eines der wichtigsten prognostischen Faktoren betrachtet (28, 45, 53). Den

größten Anteil von Patienten, die ihre Ateminsuffizienz überwandern, findet man im Bereich eines pH-Wertes von 7,30 bis 7,39. Er beträgt

		Grundkrankheit **				Σ ***
		1	2	3	4	
Ursache d.	*e	94,3	50,3	12,6	7,9	165
	To d b	93	49	14	9	
	d	-1,3	-1,3	+1,4	+1,1	
Beendigung	e	25,7	13,7	3,4	2,1	45
	Fortfall b	27	15	2	1	
	d. Indikation d	+1,3	+1,3	-1,4	-1,1	
Σ ***		120	64	16	10	210

Tab. 16 Verteilung der Fälle auf Grundkrankheit und Ursache der Beendigung der Beatmung.

*) e: errechneter Erwartungswert
b: tatsächlich beobachtete Anzahl
d: Differenz zwischen errechnetem Erwartungswert und tatsächlich beobachteter Anzahl

**) Gruppen der Grundkrankheiten: 1: ZNS-Erkrankungen; 2: Pulmonale Erkrankungen; 3: Kardiale Erkrankungen; 4: Sonstige Erkrankungen

***) Die Summe stimmt nicht mit der Gesamtpatientenzahl überein, da manche Patienten an mehreren Grundkrankheiten litten.

etwas mehr als ein Drittel (11/27). In den benachbarten Gruppen von 7,20 bis 7,29 und von 7,40 bis 7,49 beträgt er jeweils ein Drittel (5/16 bzw. 5/14). In den vom Normwert weiter entfernt liegenden Gruppen sinkt dieser Anteil deutlich ab.

Wenn auch der Anteil von nur 25 % Überlebenden gering erscheint, so sind die Anstrengungen um die künstliche Beatmung von Kindern gerechtfertigt und notwendig, denn ohne diese Maßnahme würden auch diese Kinder mit großer Wahrscheinlichkeit nicht mehr leben.

Anteil d.
Überlebenden



Abb. 11 Anteil der Patienten, deren Beatmung wegen Fortfalls der Indikation beendet wurde, in den Gruppen gleichen aktuellen pH-Wortes zu Beginn der Beatmung.

Zusammenfassung

In der Zeit von Juni 1965 bis Dezember 1968 wurden in der Universitätskinderklinik Mainz 139 Kinder beatmet, deren Krankenblätter ausgewertet wurden. 48 % aller Beatmeten waren im Neugeborenenalter (bis 30 Tage). Der Anteil der Kleinkinder bis fünf Jahre beträgt 41 %. Die Anzahl der Aufnahmen in den einzelnen Jahren zeigt eine steigende Tendenz: 1968 wurden eineinhalbmals soviel Kinder beatmet wie 1966.

Die meisten Patienten mußten wegen Erkrankungen des ZNS aufgenommen und beatmet werden. Die Grundkrankheiten waren so vielfältig, daß sie in vier Gruppen zusammengefaßt werden mußten, wodurch sich Zusammenhänge mit anderen Werten nur schwer herstellen lassen. Etwa ein Drittel aller Patienten litt an mehreren Grunderkrankungen. Auffallend ist, daß Neugeborene häufiger als andere Altersgruppen an kardio-pulmonalen Krankheiten litten.

Die Intubation wird der Tracheotomie deutlich vorgezogen. Insbesondere Neugeborene wurden nicht primär tracheotomiert. Die Tracheotomie wird zur Langzeitbeatmung bevorzugt angewendet.

Eine Neu- oder Umintubation war nur bei einem Drittel aller Patienten erforderlich. Den Hauptanteil hieran haben Neugeborene und Kleinkinder. Meist genügte eine einmalige Erneuerung des Tubus, maximal mußte er dreimal ersetzt werden. Die längste Zeit, über die ein Patient durch nur einen Tubus beatmet wurde, betrug 24 Tage.

Etwa die Hälfte aller Patienten wurde nicht länger als 24 Stunden beatmet. Der Rest teilt sich auf Beatmungszeiten bis zu einem Monat, lediglich zwei Patienten wurden noch länger beatmet: 912 Stunden (fast 34 Tage) und 2548 Stunden (etwa dreieinhalb Monate). Es läßt sich kein Zusammenhang mit der Grundkrankheit feststellen.

Die meisten Patienten wurden mit dem Bird- oder Benett-Respirator beatmet. Nur vier der 139 Patienten wurden allein mit dem Engström-Gerät ventiliert, bei 14 % aller Beatmeten wurden Kombinationen verschiedener Respiratoren angewendet. 9 % aller Patienten erhielten keine maschinelle Beatmung.

Die Atemfrequenz zeigt nur einen Zusammenhang mit den Altersgruppen, sodaß auf eine gute Anpassung der Atemgeschwindigkeit an die Bedürfnisse des Patienten geschlossen werden darf. Typ des Beatmungsgerätes oder Technik der Beatmung zeigten keinen Einfluß auf die Atemfrequenz.

Bei etwa drei Vierteln aller Patienten sind keine Komplikationen aufgetreten. Bei Intubierten treten häufiger Aspirationen und Pneumothorax auf, bei Tracheotomierten liegt ein Schwerpunkt bei Entzündungen der oberen und unteren Luftwege. Zusammenhänge zwischen Art des verwendeten Respirators und Auftreten von Komplikationen sind nicht festzustellen, jedoch zwischen der Gesamtdauer der Beatmung und dem Auftreten von Komplikationen: mit längerer Beatmungsdauer nimmt der Anteil komplikationslos beatmeter Patienten ab.

Bei etwa zwei Dritteln aller Patienten mußte die Beatmung wegen des Todes des Kindes abgebrochen werden. Die meisten starben innerhalb der ersten drei Stunden der Beatmung. Neugeborene haben hieran einen besonders hohen Anteil, mit steigendem Alter verbessert sich die Überlebensrate. Die Grundkrankheit scheint prognostisch weniger bedeutend zu sein als vielmehr der individuelle Schweregrad der Ateminsuffizienz und das Ausmaß der Stoffwechselentgleisung zu Beginn der Beatmung, wenn man hier als Kriterium den aktuellen pH-Wert heranzieht. Patienten, die mit einem dem Normalwert nahen Blut-pH-Wert zur Beatmung kamen, haben eine deutlich bessere Überlebenschance.

Literatur

1. Aberdeen, E.
Mechanical Pulmonary Ventilation in Infants
Proc. Roy. Soc. Med., 58; 900 - 904 (1965)
2. Adamson, T.M., Collins, L.M., Dehan, M.,
Hawker, J.M., Reynolds, E.O., Strang, L.B.
Mechanical Ventilation in Newborn Infants
with Respiratory Failure
Lancet, 2; 227 - 231 (1968)
3. Aronski, A., Maslanka, P.
Unsere Erfahrungen mit langandauernder
künstlicher Beatmung
Anaesthesist, 15; 116 - 117 (1966)
4. Barnes, N.D., Hull, D. Glover, W.J.,
Milner, A.D.
Effects of Prolonged Positive-Pressure Venti-
lation in Infancy
Lancet, 2; 1096 - 1099 (1969)
5. Brandstater, B., Muallem, M.
Atelectasis Following Tracheal Suction in
Infants
Anesthesiology, 31; 468 - 473 (1969)
6. Cooke, R.
Practical Problems Associated with Artifi-
cial Ventilation in the Newborn Infant
Biol. Neonate, 16; 60 - 73 (1970)
7. Cooke, R., Lunding, M., Lomholt, N.F., Yssing, M.,
Zachau-Christiansen, B., Friis-Hansen, B.
Respiratory Failure in the Newborn: The Tech-
niques und Results of Intermittent Positive-
Prssure Ventilation
Acta Paediat. Scand., 56; 498 - 508 (1967)
8. Dehan, M.
Problem of Weaning of Mechanical Ventilation
in Premature Babies with Hyaline Membrane
Disease
Biol. Neonate, 16; 81 - 84 (1970)
9. Dick, W., Emmerich, P.
Beatmungsgeräte auf einer pädiatrischen Inten-
sivpflegestation
Arch. Kinderheilk., Beiheft 63; 53 -57 (1971)

10. Drechsel, W., Dudziak, R.
Die Sauerstoffkonzentration in der Inspirationsluft bei der Beatmung mit einem Bird-Respirator
Anaesthesist, 17; 85 (1968)
11. Dunn, J.M., Miller, J.A. jr.
Hypothermia Combined with Positive-Pressure Ventilation in Resuscitation of the Asphyxiated Neonate, Clinical Observations in 28 Infants
Amer. J. Obstet. Gynec., 104; 58 - 67 (1969)
12. Frankhauser, B., Buckmueler, G., Schoop, E.
Unsere Erfahrungen mit der Neugeborenen-Langzeit-Reanimation
Gynaecologia (Basel), 156; 289 - 292 (1969)
13. Gamp, R.
Die Langzeit-Überdruckbeatmung bei Neugeborenen mit Ateminsuffizienz
Gynaecologia (Basel), 164; 156 - 174 (1967)
14. Glover, W.-J.
Mechanical Ventilation in Respiratory Insufficiency on Infants
Proc. Roy. Soc. Med., 58; 900 - 904 (1965)
15. Gruber, H.S., Klaus, M.H.
Another Approach to Assisted Ventilation in the Treatment of Hyaline Membrane Disease
Biol. Neonate, 16; 87 (1970)
16. Haddad, C., Richards, C.C.
Mechanical Ventilation of Infants: Significance and Elimination of Ventilator Compression Volume
Anaesthesiology, 29; 365 - 370 (1968)
17. Helwig, H.
Die Asphyxie des Neugeborenen und ihre Behandlung
Anaesthesist, 17; 163 (1968)
18. Holloway, R.
The Place of Tracheostomy in Tetanus Neonatorum
Arch. Dis. Child., 42; 546 - 548 (1967)

19. Jamain, B., Michon, L., Aubertin, D.,
Touratier, P., Cormier, J.P., Cathely, J.P.,
Moreau, M.
Réanimation du Nouveau-Né
Sem. Hop. Paris, 45; 1877 - 1883 (1969)
20. Karlberg, P., Stern, L., Riegel, K.,
Henneberg, U., Westhues, G.
Sauerstoff- und Respiratorbehandlung
aus
Wiesener, H. (Herausg.)
Intensivpflege bei Neugeborenen -
Neonatal Intensive Care
Thieme, Stuttgart (1971)
21. Kress, D., Semm, K.
Erfahrungen mit einem neuen Beatmungsgerät
zur phasengerechten Wechselluftdruck-Beatmung
abnormer Neugeborener
Geburtsh. Frauenheilk., 27; 146 - 156 (1967)
22. Köttgen, U.
Intensivpflegeabteilungen in Kinderkliniken
Arch. Kinderheilk., Beiheft 63; 1 - 8 (1971)
23. Langanke, D.
Die Erfolge der Beatmung mit Sauerstoff bei
der Behandlung der Neugeborenenasphyxie
Deutsch. Gesundh., 24; 453 - 457 (1969)
24. Linsao, L.S., Levison, H., Swyer, P.R.
Negative Pressure Artificial Respiration:
Use in Treatment of Respiratory Distress
Syndrome of the Newborn
Canad. Med. Ass. J., 102; 602 - 606 (1970)
25. Martin-Bouyer, G.
Positive-Pressure Respirators and Description
of the French Machine RPR
Biol. Neonate, 16; 16 - 23 (1970)
26. Martin-Bouyer, G., Monset-Couchard, M.,
Amiel-Tison, T., Bomsel, F., Larroche, J.C.,
Dehan, M., Dommergues, J.P., Elchardus, J.F.,
Saudubray, J.M., Zamet, P., Minkowski, A.
La Ventilation Artificielle dans la Maladie
des Membranes Hyalines, Technique et Résultats
Arch. Franc. Pédiat., 27; 417 - 435 (1970)

27. Martin-Bouyer, G., Monset-Couchard, M., Bomsel, F., Larroche, J.C., Amiel-Tison, C., Minkowski, A.
Artificial Ventilation in Hyaline Membrane Disease, Analysis of a Series (130 Cases)
Biol. Neonate, 16; 164 - 183 (1970)
28. Murdoch, A.I., Linsao, L., Reid, M.M., Sutton, M.D., Tilak, K.S., Ulan, O.A., Swyer, P.R.
Mechanical Ventilation in the Respiratory Distress Syndrome: A Controlled Trial
Arch. Dis. Child., 45; 624 - 633 (1970)
29. Neidhardt, M.
Erfahrungen mit einer pädiatrischen Intensivpflegestation
Z. Kinderheilk., 98; 75 - 85 (1967)
30. Neidhardt, M., Bernbach, R.
Intubations-Führungsstab zum pädiatrischen Gebrauch
Kinderärztl. Praxis, 34; 173 - 174 (1966)
31. Neidhardt, M., Emmerich, P.
Möglichkeiten der Beatmung in der pädiatrischen Intensivtherapie
im Druck
32. Picton-Warlow, C.G.
Ventilator Therapy in the Newborn: Some Mechanical Considerations
Arch. Dis. Child., 45; 460 - 465 (1970)
33. Pusey, V.A., MacPherson, R.I., Chernick, V.
Pulmonary Ventilation of Newborn Infants
Canad. Med. Ass. J., 100; 451 - 457 (1969)
34. RiihÄ, N., Vapaavuori, E.
Artificial Ventilation of the Very Small Infant with Respiratory Insufficiency
Biol. Neonate, 16; 184 - 189 (1970)
35. Rashad, K.F.
The Mechanical Respirator and the Pediatric Patient
Surg. Clin. N. Amer., 50; 781 - 785 (1970)

36. Relier, J.P.
Mechanical Complications of Artificial Ven-
tilation in the Newborn
Biol. Neonate, 16; 122 - 132 (1970)
37. Roberts, P., Thornfeldt, R., Langley, I.,
Mark, C.
Immediate Treatment of Respiratory Distress
in the Newborn
Amer. J. Obstet. Gynec., 101; 293 - 297 (1968)
38. Russ, J.D.
Resuscitation of the Newborn
Charles C. Thomas Publishers, Springfield (1953)
39. Stahlman, M.
Long Time Results of Respirator Therapy
Biol. Neonate, 16; 133 - 137 (1970)
40. Stemann, E.A., Lemburg, P.
Dauerbeatmung auf der pädiatrischen Inten-
sivpflegestation
Arch. Kinderheilk., Beiheft 63; 154 - 159 (1971)
41. Stern, L., Ramos, A.D., Outerbridge, E.W.,
Beaudry, P.H.
Negative Pressure Artificial Respiration:
Use in Treatment of Respiratory Failure of
the Newborn
Canad. Med. Ass. J., 102; 595 - 602 (1970)
42. Stern, L.
Management of Respiratory Failure in the
Newborn
aus
Wiesener, H. (Herausg.)
Intensivpflege bei Neugeborenen -
Neonatal Intensive Care
Thieme, Stuttgart (1971)
44. Strang, L.B.
Clinical Indications for Mechanical Ventilation
in Newborn Infants
Biol. Neonate, 16; 142 - 147 (1970)
- Swyer, P.R.
Results of Artificial Ventilation, Experience
at the Hospital for Sick Children, Toronto
Biol. Neonate, 16; 191 - 195 (1970)

46. Swyer, P.R.
Methods of Artificial Ventilation in the
Newborn (IPPV)
Biol. Neonate, 16; 3 - 15 (1970)
47. Swyer, P.R.
Symposium on Artificial Ventilation, Summary
of Conference Proceedings
Biol. Neonate, 16; 191 - 195 (1970)
48. Swyer, P.R.
Patient Monitoring During Artificial Ventilation
Biol. Neonate, 16; 88 - 91 (1970)
49. T'Enpas, R.H., Fisher, A.J.
Dyspnoea in Children and Infants
General Proceeding for the Use of the Bird
Mark 7 Simplex Positive Phase Medical Respirator
for the Treatment of Obstructive Lung
Disease in Children and Infants
Bird Corp. Form 8861, rev. 3
50. Thieffry, S., Huault, G., Ansiaux, J.,
Joly, J.-B., Lemerle, J.
Technique de la Ventilation Artificielle
Prolongée du Nouveau-Né et du Prématuré
Arch. Franc. Pédiat., 231 (1966)
51. Tunstall, M.E., Water, F.L., Thomson, M.,
Mitchell, R.G.
Ventilating the Lungs of Newborn Infants
for Prolonged Periods
Arch. Dis. Child., 43; 486-497 (1968)
52. Vapaavuori, E.K., Riihü, N.C.
Intensive Care of Small Premature Infants:
Indications and Results of Treatment
Acta Paediat. Scand., Suppl. 177; 31 - 32 (1967)
53. Vapaavuori, E.K., Riihü, N.C.
Intensive Care of Small Premature Infants,
Clinical Findings and Results of Treatment
Acta Paediat. Scand., 59; 353 - 362 (1970)

Tabellarischer Lebenslauf

Name: Becker-Pennrich

Vornamen: Adolf Richard

Geburtstag: 9. Dezember 1944

Geburtsort: Schlangenbad/Ts.

Eltern: Vater: Aloys Becker-Pennrich, Kaufmann

Mutter: Krista Becker-Pennrich, geb. Pennrich

Geschwister: Irene B.-P., * 1949

Martin B.-P., * 1956

Namensänderung: Durch Verfügung der Bezirksregierung

Koblenz vom 24. Feb. 1958 ist der Familienname in

"Becker-Pennrich" geändert worden.

Heirat: Am 22. Dezember 1972 mit Gisela B.-P., geb.

Diefenbach, Krankenschwester.

Schulausbildung:

Von Ostern 1951 bis Ostern 1955: Volksschule Bingerbrück/Rhein,

von Ostern 1955 bis 1964: Staatliches Stefan-George-Gymnasium, altsprachlicher Zweig, in Bingen, dort auch Reifezeugnis vom 14. Februar 1964.

Militärzeit: 1. April 1964 bis 31. März 1965: Ableistung der Wehrpflichtzeit, dabei vom 7. Juli 1964 bis 29. Sept. 1964 erfolgreich am Krankenpflegeersatzlehrgang teilgenommen.

Hochschulausbildung:

Sommer-Semester 1965 bis Sommer-Semester 1970:

Johannes Gutenberg-Universität, Mainz,

dort am 7. April 1966 Naturwissenschaftliche Vorprüfung

und am 4. Okt. 1967 Ärztliche Vorprüfung abgelegt.

Ärztliche Prüfung am 15. Dez. 1970 an der Universität Mainz vollständig bestanden.

Medizinalassistentenzeit:

1. Jan. 1971 bis 30. April 1971: Chirurgie am DRK-Alice-Krankenhaus in Mainz,
1. Mai 1971 bis 30. Aug. 1971: Innere Medizin an der Privatklinik Dr. Amelung in Königstein/Ts.
1. Okt. 1971 bis 31. Jan. 1972: Gynäkologie und Geburtshilfe am Roten-Kreuz-Krankenhaus in Frankfurt.

Weiterbildung:

1. Feb. 1972 bis 30. April 1973: Assistenzarzt auf der gynäkologisch-geburtshilflichen Station des Roten-Kreuz-Krankenhauses in Frankfurt/Main.

Jetzige Tätigkeit:

Assistenzarzt im zweiten Weiterbildungsjahr auf der geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung des Städtischen Krankenhaus "Hetzelstift" in Neustadt.

